



## (On)billijke prijzen: is mijn kapper een afzetter?

Luk Warlop

De recente grote financiële schandalen - WorldCom, Enron, Lernout & Hauspie - hebben het vertrouwen van de burger in 'big business' wellicht geen goed gedaan. Maar de ongebreidelde hebzucht van de industrie is al lang een populair thema in pers en publieke opinie. Farmaceutische firma's maken immers obscene winsten dankzij gepatenteerde geneesmiddelen. Benzineproducenten gooien het met elkaar op een akkoordje om de prijzen hoog te houden. Restaurants verdienen onredelijk veel aan een fles wijn. En gratis muziek downloaden via Kazaa of Napster schaadt niemand want de platenmaatschappijen - en de artiesten - zijn toch al buitensporig rijk. Geloven consumenten dan dat alle handelars zulke woekerwinsten maken?

In Florida [1] enquêteerden we per telefoon een toevallige steekproef van 3500 volwassenen. Ze beantwoordden elk een vraag over de winsten en billijke prijzen voor verschillende vertrouwde winkeltypen en producten. De gemiddelde intuïtie was slecht (zie tabel 1). Het kleinste veronderstelde winstpercentage (27% bij supermarkten) is nog altijd vele malen groter dan in werkelijkheid (in de VS geschat op ongeveer 2%). De respondenten veronderstelden ook dat de bruto marge voor een kledingstuk in een grootwarenhuis - zoals Burdines, of bij ons de Inno-100% van de kosten benaderde (rond \$76 voor een inkoop prijs van \$40). De billijke prijs die ze zelf voorstelden was ongeveer \$58. Bij respondenten die attent gemaakt werden op de kosten voor huur en salarissen, steeg die billijke prijs tot \$63. De modale consument vindt dus dat

Tabel 1: Population survey. Bolton, Warlop and Alba, 2003, Study 6

Vraag	Aantal respondenten	Gemiddelde schatting
Wat zou voor een grootwarenhuis een billijke prijs zijn om u aan te rekenen voor een damesbloes die het bij de fabrikant kocht voor \$40?	593	\$58.16
Wat zou voor een grootwarenhuis een billijke prijs zijn om u aan te rekenen voor een damesbloes die het bij de fabrikant kocht voor \$40, er mee rekening houdend dat de winkel onder andere loonkosten en huurkosten moet dekken?	524	\$62.94
Hoeveel denkt u dat een grootwarenhuis u zal aanrekenen voor een damesbloes die het bij de fabrikant kocht voor \$40?	491	\$76.58
Hoeveel pure winst haalt een grootwarenhuis uit \$100 inkomsten, nadat alle kosten in rekening zijn gebracht?	775	\$33.09
Hoeveel ... een discount winkel...	538	\$30.24
Hoeveel ... een supermarkt...	671	\$27.52

hij ruim te veel betaalt en dat handelaars, zelfs discounters en supermarkten, enorm hoge winsten maken.

Waarom denken consumenten zo? De gangbare theorieën over prijsbillijkheid bieden geen direct antwoord. Volgens Kahneman, Knetsch en Thaler (1986) baseren consumenten zich op de overtuiging dat firma's recht hebben op een referentiewinst en consumenten recht op een referentieprijs. Arbitraire prijsstijgingen worden als onbillijk beschouwd, net als prijsverhogingen die dienen om de winst van de verkoper te verhogen.

Een firma mag wel haar huidige winstniveau beschermen wanneer dat bedreigd wordt door stijgende

kosten. De klassieke illustratie is de handelaar in sneeuwshoppen, wiens prijsverhoging wel gewettigd is als de groothandelsprijs verhoogt, maar niet wanneer de vraag stijgt na een sneeuwstorm. Zoals in de enquête weten consumenten echter vaak niet wat de vroegere prijs was. We gingen daarom in een aantal experimenten na hoe ze omgaan met andere referentiepunten zoals inkoop prijzen of prijzen van de concurrentie. Zowat alle deelnemers waren economiestudenten en zouden dus zowel qua denkvermogen als qua domeinkennis een toplaag van de bevolking moeten zijn.

In één experiment onderzochten of consumenten spontaan de verschillen in kostenstructuur tussen duurdere en

goedkopere winkels in rekening brengen. Als voorbeeld geven we hier de reacties op de prijs van een identieke polo in een discountwinkel of een grootwarenhuis, geleverd door dezelfde fabrikant voor \$25. De deelnemers moesten dan hun schattingen geven van de verkoopprijs, de faire verkoopprijs en de winstmarges (per dollar) in beide winkels (zie tabel 2). Zoals verwacht waren de verwachte en de billijke prijs hoger in het grootwarenhuis dan in de discountwinkel. Interessanter zijn de winst-schattingen. Het grootwarenhuis was wel gerechtigd om

Tabel 2: Store Price Image Effects. Bolton, Warlop and Alba, 2003, Study 2

Prijsimago van de kledingwinkel	Geschatte prijs (in \$)	Billijke prijs (in \$)	Winst	Te veel betaald (geschatte minus billijke prijs)
Discount (goedkoop)	35.14	32.89	19 %	2.25
Grootwarenhuis (duur)	44.13	35.89	32 %	8.25

meer te vragen voor hetzelfde item, maar toch vond men dat de prijzen er minder fair waren. Ook de geschatte winstmarges waren ruim hoger voor de duurdere winkel dan voor de goedkopere winkel. Consumenten zijn dus wel bereid om meer te betalen in een duurdere winkel maar vinden toch dat ze er minder billijk behandeld worden.

In een ander experiment confronteerden we de deelnemers met een prijsverschil van \$10 tussen de jurken in twee winkels (\$29.95 vs. \$39.95). We manipuleerden de informatie die ze kregen over de reden voor het bestaande verschil. Een prijsverschil bleek enkel billijk als het een

(Vervolg op pag. 4)

kwaliteitsverschil tussen de jurken weerspiegelde, en niet wanneer het een gevolg was van een intentionele strategie om de markt af te romen. Dat is op zich niet opmerkelijk. Wel verbazend is dat ook prijsverschillen door externe omstandigheden niet geaccepteerd werden, zoals een bevolkingsarme regio of een verhoogd risico omwille van een modegevoelig assortiment. Wie dat soort handel wil drijven moet maar op de blaren zitten...

Tabel 3: Cueing labor costs at nauseam. Bolton, Warlop, and Alba, 2003, Study 5

	Geen verwijzing	Algemene verwijzing naar loonkost	Gedetailleerde verwijzing naar loonkost
Kostprijs van de verkochte goederen	36.4 %	28.9 %	33.8 %
Andere kosten	22.1 %	13.3 %	10.7 %
Loonkost	---	21.0 %	29.2 %
Winst	41.5 %	37.0 %	26.3 %
Billijkheid (7-puntenschaal)	3.8	4.0	4.4

Tabel 4: Cueing unfair promotion costs. Bolton, Warlop and Alba, 2003, Study 9

Promotie	Productiekosten	Promotiekosten	Andere kosten	Winst	Billijkheid
Niet gesignaleerd	16 %	--	32 %	51 %	3.33
Gesignaleerd	14 %	36 %	11 %	38 %	3.05

Consumenten zijn dus weinig gevoelig voor kostenverschillen wanneer ze prijsverschillen beoordelen. Toch zullen veel (duurdere) handelszaken in hun communicatie naar kostverschillen verwijzen om hun prijzen te verantwoorden. Ze zien de geleverde service als een belangrijk klantenvoordeel. Ze hopen dat de klant het bijhorende kostenverschil dan ook in rekening brengt bij het beoordelen van de prijs. Helpt het dan om de aandacht van de consument te richten op de loonkost? Als een winkelier verwijst naar loonkosten, zullen de winstpercepties dan dalen en lijken de prijzen dan billijker? We vroegen de deelnemers aan een experiment om voor een grootwarenhuis (Burdines) een dollar inkomsten te verdelen over inkoopkosten, 'andere kosten', en winst. In een controlegroep werden de andere kosten niet verder uitgesplitst. In een tweede groep vroegen we naar 'loonkosten' en 'andere kosten'. In een derde groep gaven we informatie over 7 verschillende klantenservice- en supervisiejobs in de winkel en vroegen naar loonkosten en andere kosten.

Een algemene verwijzing naar de loonkost (*middenkolom in tabel 3*) doet de geschatte winst nauwelijks dalen ten opzichte van de controlegroep (*linkerkolom*). Enkel bij een heel gedetailleerde verwijzing naar de loonkost (*rechterkolom*) is er een significante daling van de geschatte winst (die echter met 26.3% onrealistisch hoog blijft!). Bij de billijkheidsoordelen zagen we hetzelfde beeld. De indruk van hoge winsten is dus erg moeilijk te veranderen. Een algemene verwijzing naar loonkost deed zelfs de schatting van de inkoopprijs dalen. Consumenten die verplicht worden aan loonkosten te denken, 'corrigeren' dus eerder hun perceptie van de inkoopprijs (kwaliteit) dan die van de winsten die de winkel maakt! Alleen als ze heel gedetailleerde informatie kregen, raakten ze niet aan de inkoopprijs. Consumenten willen (of kunnen) hun winstpercepties dus enkel aanpassen als de loonkosten erg expliciet worden gemaakt. Het is nog maar de vraag of bedrijven ooit bereid zouden zijn om zo verregaand in hun kaarten te laten kijken.

Loonkosten voor 'shop floor personeel' zijn dan nog sociaal verantwoordbaar. Andere -noodzakelijke- kosten blijken veel minder acceptabel. Het is bijvoorbeeld onwaarschijnlijk dat courant nieuws over hoge lonen of bonussen voor managers veel goeds doet voor de prijsbillijkheid. Maar ook kosten voor reclame en promotie worden als 'vies' beschouwd. De firma Nike, bijvoorbeeld, maakt producten met relatief hoge promotiekosten, maar een relatief lage productiekost (in lage loonlanden). Hiervoor kreeg de firma trouwens recent veel kritiek van NGO's en de media. We gaven de deelnemers aan een laatste studie een neutrale beschrijving van de firma Nike. De helft moest productiekosten, promotiekosten (inclusief reclame en sponsoring),

andere kosten, en winst schatten (voor \$1 inkomsten). Bij de andere deelnemers lieten we de verwijzing naar promotiekosten weg. We vroegen hen ook de billijkheid van Nike's prijzen te beoordelen. De vraag was of de verwijzing naar promotiekosten, zoals bij loonkosten, de winstperceptie zou doen dalen en de billijkheid verhogen. We vonden echter een omgekeerd verband tussen winstpercepties en prijsbillijkheid (*zie tabel 4*). De verwijzing naar promotiekosten bracht de winstperceptie naar beneden, maar ook de prijsbillijkheid. Sommige kosten blijken dus per definitie onfair! Voor wie er van uit gaat dat firma's als Nike gewoon op een verstandige manier hun concurrentiestrategie bouwen op de mogelijkheden die de markt biedt, lijkt dit soort percepties erg naïef. Die naïviteit is op zich niet zo verwonderlijk. Hij is het gevolg van een gebrek aan kennis en inzicht in de manier waarop markten en bedrijven

werken. Winsten worden gezien als extreem hoog en dat blijkt nauwelijks corrigeerbaar. Veel kosten worden gewoon genegeerd, en sommige kosten zijn billijker dan andere. De economisch geschoolde lezer zal zich misschien afvragen of dit alles er toe doet. In een ideale (marketing) wereld laten consumenten zich niet in met de interne keuken van de bedrijven bij wie ze klant zijn. Ze bekijken de prijs/kwaliteit verhouding en kopen wanneer die goed is. Je hoeft echter maar een krant open te slaan of op de trein naar de gesprekken te luisteren om te weten dat consumenten wel in de keuken willen kijken, en ze lijken dus voorbestemd tot ontevredenheid.

Maar zou het wegnemen van al die cognitieve hinderpalen dan het probleem oplossen? Zijn consumenten niet in staat om winsten juist in te schatten, of willen ze niet? Laten we even terugkeren naar het 'dual entitlement principe' [2]. Dat gaat er immers van uit consumenten - enigszins kortzichtig - enkel de prijs (of de winst) die ze kennen als referentiepunt nemen. De theorie stelt ook dat klanten hun leverancier die winst gunnen. Hen interesseert alleen de prijs. Zolang die niet verhoogt zou de consument zich geen vragen stellen. Bedrijven mogen dus hun winsten verhogen door hun kosten te reduceren. De prijs moet niet omlaag. Ons leek hier niet de consument maar de theorie naïef.

In ons labo onderzoekt Alexey Novoseltsev daarom wanneer consumenten hun leveranciers van producten en diensten eigenlijk winst gunnen. In een veldstudie [3] vroeg hij bezoekers aan het Leuvense studentenrestaurant Alma welke nieuwe maaltijdprijzen ze zouden voorstellen als de productiekosten met 10% zouden stijgen of dalen. Ze kregen een beschrijving van een courante Almaschotel, met daarbij de huidige prijs. Zelfs tegenover een gemeenschapsdienst als Alma bleken ze allesbehalve coöperatief: als de kosten daalden moesten de prijzen omlaag, maar kostenstijgingen mochten niet worden doorgerekend. Alleen voor de allergeodkoopste maaltijden (toen 77 BEF) mocht de prijs mee stijgen met de kosten, en hoefde hij niet mee te dalen. Uit de gegevens van Alma blijkt echter dat het klanten-segment voor de goedkoopste maaltijden wel trouw is, maar eerder klein (ong. 10%). De modale student gunt zijn restaurant dus enkel het behoud van inkomen voor de producten die hem persoonlijk niet interesseren!

In een laboratoriumexperiment met KULeuven studenten [4] simuleerden we daarom een handelsrelatie tussen een koper en verkoper. Studenten namen deel aan een reeks transacties in een gefingeerde obligatiemarkt. Een groep deelnemers dacht dat ze via het internet handelden met een buitenlandse verkoper van obligaties, met volledige transparantie van de winst die hij bij een bepaalde prijs zou maken. De kopers-deelnemers konden de

deals aanvaarden of weigeren. In feite was het gedrag van de verkoper voorgeprogrammeerd. Zijn identiteit was gemanipuleerd. Voor de helft van de kopers was hij een professional die vanuit Boston werkte. Voor de andere helft van de kopers was hij een KULeuven Erasmusstudent die als bijverdienste vanuit Glasgow opereerde.

De 'verre' verkoper werd niets gegund. Zijn nieuwe prijzen werden enkel als billijk aanvaard als hij kostenstijgingen absorbeerde en kostendalingen doorrekende. De nabije, 'verwante', verkoper kreeg meer speelruimte. Hier leken onze 'kopers' enkele transacties lang een 'equity' principe te volgen waarbij ze bereid waren het kostenverschil te delen. Andere deelnemers konden via een eigen scherm de transacties observeren, zonder tussen te komen. Ze mochten wel telkens hun opinie geven over het al dan niet aanvaarden van een prijs. Zij waren objectiever, en stelden meestal een gelijke verdeling van winst en verlies voor. Ook zij toonden echter meer goodwill tegenover de 'gelijkende' verkoper. Zoals in de Alma-enquête gunt men een verkoper dus enkel een inkomen wanneer men niet persoonlijk betrokken is bij de transactie, of -en dan nog maar tijdelijk- wanneer men de verkoper als lid van de eigen sociale groep beschouwt. En hier komen de draden van ons onderzoeksprogramma voorlopig bij elkaar. Consumenten denken dat ze afgezet worden door leveranciers die ze ervan verdenken woekerwinsten te maken. Ze vinden prijsverhogingen of prijsverschillen die niet het gevolg zijn van kwaliteitsverschillen onaanvaardbaar, en 'vergeten' daarbij allerlei kosten in rekening te brengen. Anderzijds zijn ze ook moeilijk tot coöperatie te brengen wanneer de winst hun eigen groep ten goede komt (zoals bij het studentenrestaurant), of wanneer de eigenlijke winsten perfect transparant zijn. Als onderzoekers stellen we ons de vraag of consumenten die woekerwinsten louter zien omdat ze niet beter weten, of mede omdat precies dát beeld hen helpt verantwoorden waarom ze de verkoper zo weinig gunnen.

Vanuit het marketingperspectief richten we ons -like marketers do- op het ene lichtpuntje. Het is alleszins niet zo gek om als verkoper zo dicht mogelijk bij de koper te staan, en zo veel mogelijk op hem te lijken. De bankier die zich in reclame voor-doet als 'uw buurman' speelt het spelletje goed, net als de TVzender die u uitnodigt om bij de 'familie' te komen. En een kapper die ook uw vriend is kan toch geen afzetter zijn...

Luk Warlop is hoogleraar aan het departement Toegepaste economische wetenschappen van de K.U.Leuven. Hij doet onderzoek over de beïnvloedbaarheid van het consumentengedrag en consumentenbeslissingen.

e-mail: luk.warlop@econ.kuleuven.ac.be



Referenties:

- [1] Bolton, Lisa, Luk Warlop en Joseph W. Alba (2003), Explorations in price (un)fairness, *Journal of Consumer Research*, forthcoming March 2003
- [2] Kahneman, Daniel, Jack L. Knetsch, and Richard H. Thaler (1986), "Fairness as a Constraint on Profit Seeking: Entitlements in the Market," *American Economic Review*, 76 (September), 728-741.
- [3] Novoseltsev, Alexey en Luk Warlop (2001), The perceived fairness of subsidized prices, KULeuven, *DTEW Onderzoeksrapport*.
- [4] Novoseltsev, Alexey (2003) Beyond the dual entitlement principle: toward a comprehensive model of price fairness perceptions, *KULeuven doctoraatsverhandeling*, in voorbereiding.



**CENTRUM VOOR TOEGEPAST ECONOMISCH ONDERZOEK**

Voor informatie over onderzoek (groepen, seminars, jaarverslag), bezoek de website van het Centrum voor Toegepast Economisch Onderzoek: <http://www.econ.kuleuven.ac.be/cteo/>

Een lijst van onderzoeksrapporten met abstract is beschikbaar op: <http://www.econ.kuleuven.ac.be/cteo/reports/>

*Reacties op Business IN-zicht zijn altijd welkom bij Linda Van de Gucht*  
([Linda.Vandegucht@econ.kuleuven.ac.be](mailto:Linda.Vandegucht@econ.kuleuven.ac.be))

Voor een gratis abonnement op *Business IN-zicht* contacteer:  
[Elke.Tweepenninckx@econ.kuleuven.ac.be](mailto:Elke.Tweepenninckx@econ.kuleuven.ac.be)

**KATHOLIEKE UNIVERSITEIT LEUVEN**



De hype in de telecom-industrie is voorbij. Daar waar u in de tweede helft van 2000 meer dan € 40 (ongeveer 1600 BEF) moest betalen voor een aandeel Mobistar, betaalt u daar nu nog geen € 18 voor. Voor andere Europese spelers in de telecom-industrie is de situatie nog veel dramatischer: KPN Nederland bijvoorbeeld is net niet bezweken onder een enorme schuldenlast. Daarbij komt dat de toekomst in deze sector bepaald ongewis is: het is nog maar de vraag of de duurbetaalde UMTS frequenties voldoende rendement gaan opleveren om de schulden te kunnen afbetalen. Een aantal telecom-bedrijven stelt de introductie van UMTS-gebaseerde diensten inmiddels uit.

Deze ontwikkelingen noodzaken telecom bedrijven om met een kritische blik naar hun uitgaven te kijken. Ter illustratie hiervan volgen er een aantal citaten:

- “...Een van de prioritaire doelstellingen is hierbij KOSTREDUCTIE” (van de voorzitter van de Raad van Bestuur van Belgacom, bij de presentatie van het 2001-jaarverslag; hoofdletters zijn uit de originele tekst (zie [www.belgacom.be](http://www.belgacom.be))).

op te pikken. Dan, omdat het om een internationale call gaat, moet deze call via een vast netwerk gerouteerd te worden naar het land (of stad) van bestemming (de destinatie). Er zijn verschillende netwerken actief die elk beheerd worden door een zogenaamde carrier. Carriers zijn bijvoorbeeld: Cable & Wireless, Carrier 1, WorldCom. Een telco is geheel vrij om een netwerk (en de bijbehorende carrier) te kiezen voor de call in kwestie; wel dient de telco de carrier die zij verkiest om de call te routeren een vergoeding te betalen. De prijs die een carrier hanteert voor het routeren van een call hangt onder meer af van de lengte van de call, en van de destinatie van de call. Vodafone kent van elke carrier de prijs per minuut voor elke destinatie. Het is de taak van Vodafone om op elk moment een carrier geselecteerd te hebben voor elk mogelijke destinatie, zodat een klant inderdaad wereldwijd kan bellen. Aan het einde van elke maand stuurt een carrier de rekening voor de calls die door die carrier gerouteerd zijn. Het probleem voor Vodafone is nu om de carriers zodanig te selecteren dat de totale uitgaven zo klein mogelijk zijn. Er zijn een aantal complicerende factoren:

- Carriers hebben grote investeringen gepleegd in de ontwikkeling van hun netwerk. Vandaar dat ze die capaciteit graag ten volle willen benutten, en dat

Meer specifiek, wanneer de totale hoeveelheid aan carrier A aangeboden belminuten minder is dan 1,5 miljoen belminuten zijn de prijzen voor Rome en Rio de Janeiro respectievelijk € 0,40 en € 0,60. Wanneer carrier A meer dan 1,5 miljoen belminuten krijgt aangeboden, worden de prijzen voor Rome en Rio de Janeiro respectievelijk € 0,20 en € 0,40. De voorspelling voor elk der destinaties bedraagt 1 miljoen belminuten.

Laten we eens aannemen dat de voorspellingen accuraat zijn. Welke oplossing zou u voorstellen aan de telco die met deze cijfers geconfronteerd wordt? Het doel is natuurlijk om zo min mogelijk geld uit te geven. Een eerste oplossing zou kunnen zijn om alle calls via carrier B te laten verlopen. Het is eenvoudig in te zien dat de kosten van de bijbehorende oplossing € 600.000,- zijn. Ook wanneer alle calls via carrier A gerouteerd worden, en we dus in het interval  $[1.500.000-\infty]$  terecht komen, bedragen de kosten € 600.000. Echter, geen van deze oplossingen is optimaal: de beste oplossing wordt gevonden door de belminuten voor Rome toe te wijzen aan Carrier A, en de belminuten voor Rio de Janeiro evenredig te verdelen over Carrier A en B. Op deze manier dienen we aan carrier B een bedrag van €  $0,35 * 500.000,- = € 175.00$  te betalen;

# Kostenbesparing in

Joris van de Klundert en Frits Spieksma

- “In order to optimize management and take full advantage of economies of scale, the company will develop policies designed to improve efficiency .... These actions will be co-ordinated through a policy based on the containment of costs and the proper materialization of synergies” (uit het 2001-jaarverslag van Telefonica (zie [www.telefonica.es](http://www.telefonica.es))).
- “In addition, the E-3 program was introduced to generate savings and greater efficiency; the aim is to achieve sustained improvements of around € 1.5 billion” (zie de website van Deutsche Telekom, [www.telekom.de](http://www.telekom.de)).

Kortom, het verminderen van de uitgaven is een doelstelling die nadrukkelijk aanwezig is in de huidige telecom-industrie. In dit artikel richten we ons op een specifieke kostenpost: de uitgaven die een aanbieder van mobiele telecommunicatie (een zogenaamde telecommunications service provider (in het vervolg: telco)) maakt om haar klanten de mogelijkheid van internationale verbindingen te bieden. We beschrijven een casus bij Vodafone Nederland (voorheen Libertel), en beargumenteren dat het zo goedkoop mogelijk inkopen van netwerkcapaciteit ter facilitering van internationale belverbindingen als een mathematisch programmeringsprobleem geformuleerd kan worden. Vervolgens beschrijven we de implementatie van een software-pakket bij Vodafone Nederland, en we besluiten met het schetsen van een aantal gerealiseerde voordelen. Een uitgebreide beschrijving van dit probleem inclusief model kan gevonden worden in [1].

## Probleembeschrijving

Wanneer u, als klant van een telco, met uw mobiele telefoon naar het buitenland belt, zijn er een aantal partijen nodig om die gewenste internationale verbinding tot stand te brengen. Ten eerste dient de telco zelf, middels zijn mobiele netwerk, uw call via zijn antenne's

ze inzicht willen hebben in de hoeveelheid belminuten die een mobiele operator via hun netwerk gaat routeren. Sterker nog, er is een tendens om contracten af te sluiten tussen carriers en mobiele operators waarbij de laatsten zich bijvoorbeeld verplichten om een minimale hoeveelheid belminuten via die carrier te laten verlopen.

- Een aantal carriers hanteert zogenaamde volume-kortingen. Dat betekent dat de prijs die een mobiele operator moet betalen aan een carrier niet alleen afhangt van de destinaties en de lengte van elke call, maar ook van de totale hoeveelheid belminuten zelf. Een carrier onderscheidt intervallen en kent aan elke interval een andere prijs voor de belminuten toe. In ons geval bepaalt elke carrier, aan het einde van het boekjaar, hoeveel belminuten de telco heeft laten routeren via deze carrier. Deze hoeveelheid valt in een bepaald interval, en daarmee is bekend hoeveel de telco dient te betalen.

Laten we middels een eenvoudig voorbeeld het probleem illustreren met figuur 1 [1].

Figuur 1: Voorbeeld instantie

	Carrier A prijzen		Carrier B prijzen	Voor-spelling
	Interval: [0-1.500.000)	Interval: [1.500.000-∞]		
Rome	0,40	0,20	0,25	1.000.000
Rio de Janeiro	0,60	0,40	0,35	1.000.000

Dit voorbeeld kent twee carriers en twee destinaties: Rome en Rio de Janeiro. De prijs per belminuut die Carrier B hanteert voor de destinatie Rome bedraagt €0,25; voor de destinatie Rio de Janeiro is dat bedrag € 0,35. De prijzen van carrier A daarentegen hangen af van de totale hoeveelheid die u aanbiedt aan die carrier.

terwijl carrier A €  $0,20 * 1.000.000 + € 0,40 * 500.000 = € 400.000$  ontvangt. In totaal betalen we dan dus € 575.000.

Laten we de gegevens die nodig zijn om op een willekeurig moment een instantie van het carrier-selectie probleem op te lossen eens op een rij zetten:

1. Actuals: we moeten weten, voor elke carrier en voor elke destinatie, hoeveel belminuten er sinds het begin van het jaar al gerouteerd zijn.
2. Voorspellingen: voor elke destinatie, en voor elke maand tot het einde van het jaar, dienen we de verwachte hoeveelheid belminuten te kennen.
3. Prijzen: voor elke destinatie, voor elke interval van elke carrier, moeten we de prijs per minuut kennen.
4. Intervallen: voor elk interval van elke carrier, dienen we de interval-grenzen te kennen.
5. Onder- en bovengrenzen: voor elke carrier en voor elke maand tot het einde van het jaar dienen we eventueel afgesproken onder- en bovengrenzen te kennen.

Vervolgens moet bepaald worden wanneer welke destinaties via welke carrier gerouteerd worden, waarbij de totale kosten over het jaar geminimaliseerd dienen te worden. Het resulterende probleem is te formuleren als een geheel-tallig programmeringsprobleem, zie [1].

Merk op dat dit probleem interessante overeenkomsten heeft met problemen uit de inkoop-literatuur (zie [2] en [3]): wanneer we de carriers als aanbieders zien, en de belminuten voor een destinatie als een product, ontstaat er een inkoop-probleem met specifieke eigenschappen (er zijn immers geen voorraad- of bestelkosten).

## Waarom een software-systeem voor carrier-selectie?

Er zijn, naar ons inzicht, een drietal argumenten die Vodafone heeft doen besluiten een software-systeem voor carrier-selectie te laten bouwen.

- Er wordt veel geld uitgegeven aan carriers. Een eenvoudige schatting leert dat Vodafone jaarlijks meer dan 10 miljoen Euro's kwijt is aan de carriers voor het tot stand brengen van internationale telefoonverbindingen. Gegeven de situatie in de markt zoals beschreven in de prelude, is het vinden van een beste oplossing zeker lonend.
- Er is tegenwoordig carrier switching software beschikbaar. Dat betekent dat **gegeven** een carrier

voor een situatie waarbij de aantallen belminuten en de prijzen perfect voorspeld waren, ii) op elk willekeurig moment, bijvoorbeeld na het bekend worden van nieuwe prijzen, gerealiseerde aantallen en/of voorspellingen, een nieuwe oplossing van het carrier-selectie probleem moest kunnen vinden. Dat betekent dat de applicatie in ieder geval eens per maand gebruikt zou worden.

- Het gebruik van de applicatie dient onderscheiden te worden in twee soorten. Enerzijds is er het operationele/tactische gebruik dat leidt tot een oplossing van het carrier-selectie probleem, anderzijds is er het tactisch/strategische gebruik van de applicatie als ondersteuning in de contract-onderhandelingen met de carriers. Gevoeligheidsanalyse met betrekking tot af te spreken maandelijkse onder- en bovengrenzen vormt hier een belangrijk onderdeel van. Ook what-if analyses van individuele prijzen kunnen uitgevoerd worden.
- Het blijkt dat de kwaliteit van carriers voor een bepaalde destinatie verschillend kan zijn. Vanuit het oogpunt van klantenservice kan het wenselijk zijn om een bepaalde carrier niet te gebruiken voor bepaalde bestemmingen. In het verleden werden

## Epil oog: de voordelen

De eerste doorbraak in dit project was de erkenning dat het toewijzen van carriers aan destinaties een niet-triviaal probleem is, waar mathematische technieken van dienst kunnen zijn. Het vinden van een optimale oplossing blijkt een lonende zaak gezien de hoeveelheid geld die betrokken is bij de toewijzing van carriers aan destinaties. Het elimineren van de huidige sub-optimaliteit is dus een eerste gerealiseerd voordeel. Een ander, belangrijk, voordeel is de mogelijkheid die Vodafone nu heeft om in de onderhandelingen met carriers de consequenties te analyseren van de af te spreken waarden van de maandelijkse onder- en bovengrenzen. Tenslotte: het proces van carrier selectie (dat voorheen zeer tijdsintensief en ad-hoc was), is nu een reguliere, goed omschreven, activiteit geworden. De data-integriteit en de betrouwbaarheid van dit proces zijn enorm verbeterd. Daardoor wordt het mogelijk om meer profijt te hebben van verbeteringen in andere processen: bijvoorbeeld is nu de toegevoegde waarde van goede voorspellingen toegenomen. Tenslotte is Vodafone nu in staat om snel en flexibel te reageren op (prijz)veranderingen in de markt. Hiermee is Vodafone klaar om de te verwachten turbulentie op deze markt het hoofd te kunnen bieden.

# de telecom-sector

selectie voor elke destinatie, men in staat is om, geheel digitaal en zonder manuele interventie, de calls te routeren volgens de gekozen carriers. De beschikbaarheid van deze software induceert de behoefte naar een antwoord op de vraag: **welke** carriers dienen we op elk moment te selecteren voor alle destinaties?

- Een probleem van de grootte van Figuur 1 is natuurlijk makkelijk met de hand op te lossen. In het geval van Vodafone dient men echter rekening te houden met de volgende dimensies: het aantal destinaties dat wordt onderscheiden bedraagt meer dan 5.000, er zijn meer dan 5 carriers actief, en tenslotte kan een carrier wel 4 tarief-groepen onderscheiden. Het zal duidelijk zijn dat een optimale oplossing voor instanties van deze grootte louter met behulp van in software gecodeerde algoritmen gevonden kan worden.

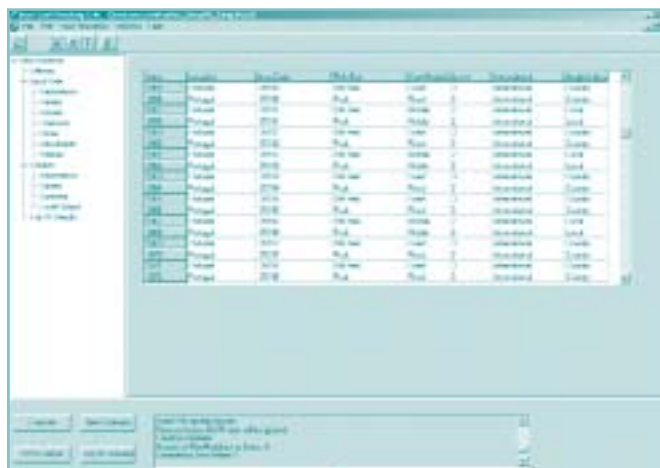
## De ontwikkeling van een applicatie

Vòòr en tijdens de ontwikkeling van de applicatie kwamen, in overleg met het management van Vodafone, een aantal discussiepunten naar voren.

- Met welke frequentie zou het carrier-selectie probleem opgelost dienen te worden? Het antwoord op deze vraag hangt in feite af van de mate waarin er onzekerheid bestaat over de input parameters. Meer specifiek, wanneer de kwaliteit van de voorspellingen zeer hoog is, kan de oplos-frequentie lager zijn vergeleken met een situatie waarin de kwaliteit van de voorspellingen minder is. Overigens is, naast de voorspellingen, ook de prijs niet over het gehele jaar bekend. De meeste carriers hanteren vaste prijzen voor een drie-maandelijkse periode, aan het einde waarvan nieuwe prijzen vastgesteld worden. Besloten werd dat de applicatie i) een optimale oplossing moest vinden

door Vodafone sommige carriers voor sommige destinaties simpelweg niet gebruikt. Met de ontwikkeling van de applicatie werd Vodafone in staat gesteld om de kwaliteit van een carrier een kwantitatieve dimensie te geven: de ontwikkelde applicatie kent de mogelijkheid om de gemeten kwaliteit van een carrier om te zetten in een virtuele prijs (een "penalty") die dan opgeteld wordt bij de prijs die die carrier hanteert. Op deze manier kan Vodafone een balans tussen prijs en kwaliteit vinden.

De kern van de applicatie wordt gevormd door een min-cost flow routine. Min-cost flow is een bekend probleem in het domein operationeel onderzoek, en grote instanties kunnen zeer snel opgelost worden. De schil is een gebruikersvriendelijke windows-applicatie (zie screenshot onder). Vanwege het feit dat de applicatie voornamelijk gebruikt wordt door mensen die met spreadsheet programma's bekend zijn, leest de applicatie alle data uit Excel-files. De gegenereerde oplossing kan zowel binnen de applicatie zelf als via Excel bekeken worden. Communicatie met de carrier selection software verloopt volgens een op XML gebaseerd protocol. De applicatie loopt op een gewone PC en kent acceptabele respons tijden.



Joris van de Klundert heeft Informatica gestudeerd aan de Erasmus Universiteit Rotterdam, en is daarna gepromoveerd in operations research aan de Universiteit Maastricht (UM). Op dit moment is hij als Universitair Hoofddocent Wiskunde verbonden aan de Faculteit Algemene Wetenschappen van de UM, en directeur van het aan de UM gelieerde wiskundige software- en consultancybedrijf MateUM. e-mail: joris@mateum.nl



Frits Spieksma werkt aan het departement Toegepaste economische wetenschappen van de KULeuven als hoogleraar op het gebied van operationeel onderzoek. Zijn onderzoeksinteresses betreffen combinatorisch optimaliseren, geheeltallig programmeren en toepassingen op dit gebied.

e-mail: Frits.Spieksma@econ.kuleuven.ac.be



## Referenties:

- [1] Klundert, J.J. van de, J. Kuipers, F.C.R. Spieksma and M. Winkels (2002), *Telecommunication Carrier Selection under Volume Discounts*, Manuscript.
- [2] Munson, C. L. and M.J. Rosenblatt (1998), *Theories and realities of quantity discounts: an explanatory study*, Production and Operations Management 7, 352-369.
- [3] Sadrian, A.A. and Y.S. Yoon (1994), *A Procurement Decision Support System in Business Volume Discount Environments*, Operations Research 42, 14-23.